(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0018302
(43) 공개일자 2012년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/302 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7025588
(22) 출원일자(국제) 2010년03월30일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2011년10월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2010/029273
(87) 국제공개번호 WO 2010/129115
국제공개일자 2010년11월11일
(30) 우선권주장
12/431,731 2009년04월28일 미국(US)

(71) 출원인
램 리써치 코포레이션
미국 94538 캘리포니아주 프레몬트 쿠싱 파크웨이 4650
(72) 발명자
린 청-유(션)
미국 94087 캘리포니아주 써니베일 런던베리 드라이브 702
가와구치 마크
미국 94087 캘리포니아주 써니베일 사우스 매리 애비뉴 823
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인코리아나

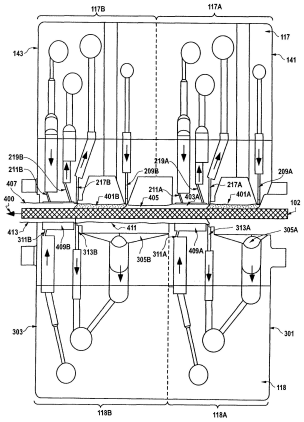
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 **기판 세정을 위한 장치 및 시스템**

(57) 요 약

상부 프로세싱 헤드는 기판의 상부 면에 세정 재료를 도포하고 기판을 상부측 린싱 메니스커스에 노출시키도록 정의된 상부측 모듈을 포함한다. 상부측 모듈은 기판의 이동 방향에 반대되고 세정 재료를 향해 실질적으로 단일 방향의 방식으로 상부측 린싱 메니스커스를 통해 린싱 재료를 유동시키도록 정의된다. 하부 프로세싱 헤드는 상부측 린싱 메니스커스에 의해 기판에 가해진 힘을 밸런싱하도록 기판에 하부측 린싱 메니스커스를 적용하도록 정의된 하부측 모듈을 포함한다. 하부측 모듈은 상부 및 하부 프로세싱 헤드들 사이에 기판 캐리어가 존재하지 않을 때 상부 프로세싱 헤드로부터 디스펜스된 세정 재료를 수집 및 배출하기 위한 배출 채널을 제공하도록 정의된다. 상부 및 하부 프로세싱 헤드들은 상부측 및 하부측 모듈들의 다중 예시화 (instantiation)를 각각 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도4



(72) 발명자

윌콕슨 마크

미국 94611 캘리포니아주 오클랜드 콜튼 불러바드 6942

마틴 러셀

미국 94551 캘리포니아주 리버모어 델 몬테 스트리트 2457

긴즈버그 레온

미국 95051 캘리포니아주 산타 클라라 워버튼 애비뉴 2965

특허청구의 범위

청구항 1

기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드로서,

리딩 에지 (leading edge) 및 트레일링 에지 (trailing edge) 를 갖는 제 1 모듈로서, 세정될 기판의 상부는 상기 리딩 에지로부터 상기 트레일링 에지로 연장되는 방향으로 상기 제 1 모듈 아래를 지나는, 상기 제 1 모듈을 포함하고,

상기 제 1 모듈은,

상기 리딩 에지를 따라 정의된 세정 재료 디스펜스 포트들의 열로서, 그 아래 상기 기판이 존재하는 경우 상기 기판 상에 하방으로 세정 재료의 층을 디스펜스하도록 정의된, 상기 세정 재료 디스펜스 포트들의 열,

상기 트레일링 에지를 따라 정의된 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열로서, 그 아래 상기 기판이 존재하는 경우 상기 기판 상에 하방으로 린싱 재료를 디스펜스하도록 정의된, 상기 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열,

상기 세정 재료 디스펜스 포트들의 열의 트레일링 측을 따라 정의된 벤틸레이션 (ventilation) 포트들의 열, 및

상기 벤틸레이션 포트들의 열과 상기 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열 사이에 정의된 진공 포트들의 제 1 열로서, 그 아래 상기 기판이 존재하는 경우 상기 기판으로부터, 상기 세정 재료 및 상기 린싱 재료의 그리고 상기 벤틸레이션 포트들의 열을 통해 공급된 공기의 다중 상 흡입 (suction) 을 제공하도록 정의된, 상기 진공 포트들의 제 1 열을 포함하는, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 모듈은, 상기 진공 포트들의 제 1 열과 상기 트레일링 에지 사이의 린싱 메니스커스 (meniscus) 영역을 둘러싸도록 정의된 돌출된 커브를 포함하여, 상기 돌출된 커브가 린싱 메니스커스 영역의 리딩 하프 (leading half) 와 트레일링 하프 (trailing half) 에 관하여 각각 정의된 리딩 부분 및 트레일링 부분을 포함하는, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 진공 포트들의 제 1 열은 상기 돌출된 커브의 상기 리딩 부분의 리딩 에지를 양분하도록 정의되고, 상기 돌출된 커브의 상기 트레일링 부분의 트레일링 에지는 상기 제 1 모듈의 상기 트레일링 에지이고,

상기 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열은 상기 돌출된 커브의 상기 트레일링 부분 근처의 상기 린싱 메니스커스 영역 내에 정의되는, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 돌출된 커브의 상기 트레일링 부분은 상기 린싱 메니스커스 영역내 존재하게될 상기 린싱 재료의 메니스커스의 벌크의 물리적 한정을 제공하도록 정의되는, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 모듈은 상기 세정 재료 디스펜스 포트들의 열과 상기 진공 포트들의 제 1 열 사이에 정의된 플리넘 (plenum) 영역을 포함하고,

상기 벤틸레이션 포트들의 열은 상기 플리넘 영역에 유체 연통되게 연결되는, 기판을 세정하기 위한 상부 프로

세싱 헤드.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 플리넘 영역은, 상기 세정 재료 디스펜스 포트들의 열에 의해 상기 기판 상에 배치될 상기 세정 재료의 공기 유동 유발된 외란 없이 상기 벤틸레이션 포트들의 열로부터 상기 진공 포트들의 제 1 열로의 공기 유동을 용이하게 하도록 정의되는, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 진공 포트들의 제 1 열은 상기 제 1 모듈의 상기 리딩 에지와 상기 트레일링 에지 사이의 총 분리 거리를 실질적으로 양분하도록 배치되는, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

제 1 상부 프로세싱 헤드 모듈은 상기 진공 포트들의 제 1 열의 트레일링 측을 따라 정의된 진공 포트들의 제 2 열을 포함하고,

상기 진공 포트들의 제 2 열은 그 아래 상기 기판이 존재하는 경우 상기 기판으로부터 상기 세정 재료 및 상기 린싱 재료의 다중 상 흡입을 제공하도록 정의되는, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 진공 포트들의 제 1 열 및 상기 진공 포트들의 제 2 열은 독립적으로 제어가능한, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열에 있는 각 포트는 상기 트레일링 에지로부터 상기 리딩 에지를 향해 연장되는 방향으로 하방으로 경사지도록 정의되는, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열에 있는 각 포트의 센터라인과 플럼 (plumb) 벡터사이의 각도는 약 45도에 이르기까지의 범위 내에 있는, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 모듈과 동일하게 정의된 제 2 모듈로서, 상기 제 2 모듈은 상기 상부 프로세싱 헤드에 있는 상기 제 1 모듈과 인접하여, 상기 제 2 모듈의 리딩 에지가 상기 제 1 모듈의 상기 트레일링 에지 뒤에 배치되는, 상기 제 2 모듈을 더 포함하고,

상기 제 1 모듈 및 상기 제 2 모듈은 독립적으로 제어가능한, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드.

청구항 13

기판을 세정하기 위한 하부 프로세싱 헤드로서,

리딩 에지 (leading edge) 및 트레일링 에지 (trailing edge) 를 갖는 제 1 모듈로서, 세정될 기판의 하부는 상기 리딩 에지로부터 상기 트레일링 에지로 연장되는 방향으로 상기 제 1 모듈 위를 지나는, 상기 제 1 모듈을

포함하고,

상기 제 1 모듈은,

내부에 디스펜스된 재료를 수집 및 배출 (drain) 하기 위해 상기 리딩 에지를 따라 정의된 배출 채널,

린싱 메니스커스 (meniscus) 영역을 둘러싸도록 정의된 돌출된 커브로서, 상기 돌출된 커브는 상기 린싱 메니스커스 영역의 리딩 하프 (leading half) 및 트레일링 하프 (trailing half) 에 관하여 각각 정의된 리딩 부분 및 트레일링 부분을 포함하고, 상기 돌출된 커브의 상기 리딩 부분은 상기 배출 채널의 트레일링 측에 위치된, 상기 돌출된 커브,

상기 돌출된 커브의 상기 트레일링 부분을 따라 상기 린싱 메니스커스 영역 내에 정의된 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열로서, 그 위에 상기 기판이 존재하는 경우 상기 기판 상에 상방으로 린싱 재료를 디스펜스하도록 정의된, 상기 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열, 및

상기 돌출된 커브의 상기 리딩 부분의 리딩 에지를 양분하도록 정의된 진공 포트들의 열로서, 상기 진공 포트들의 열은 상기 린싱 재료 및 공기의 다중상 흡입을 제공하도록 정의된, 상기 진공 포트들의 열을 포함하는, 기판을 세정하기 위한 하부 프로세싱 헤드.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 돌출된 커브의 상기 트레일링 부분은 상기 린싱 메니스커스 영역내 존재하게 될 상기 린싱 재료의 메니스커스의 벌크의 물리적 한정을 제공하도록 정의되는, 기판을 세정하기 위한 하부 프로세싱 헤드.

청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 배출 채널은 상기 제 1 모듈의 각 외측 단부로부터, 배출 포트가 정의된 상기 배출 채널의 중심 근처 위치를 향해 하방으로 경사지고,

액체 공급 포트들은 상기 배출 채널 내 고 지점에서 정의되어 액체를 상기 배출 채널 아래로 유동시켜 상기 배출 채널 내 디스펜스된 재료의 배출 포트들 쪽으로의 이동을 용이하게 하는, 기판을 세정하기 위한 하부 프로세싱 헤드.

청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열에 있는 각 포트는 상기 트레일링 에지로부터 상기 리딩 에지를 향해 연장되는 방향으로 상방으로 경사지도록 정의되는, 기판을 세정하기 위한 하부 프로세싱 헤드.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열에 있는 각 포트의 센터라인과 플럼 벡터 사이의 각도는 약 45도에 이르기까지의 범위 내에 있는, 기판을 세정하기 위한 하부 프로세싱 헤드.

청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 모듈과 동일하게 정의된 제 2 모듈로서, 상기 제 2 모듈은 상기 하부 프로세싱 헤드에 있는 상기 제 1 모듈과 인접하여, 상기 제 2 모듈의 리딩 에지가 상기 제 1 모듈의 상기 트레일링 에지 뒤에 배치되는, 상기 제 2 모듈을 더 포함하고,

상기 제 1 모듈 및 상기 제 2 모듈은 독립적으로 제어가능한, 기판을 세정하기 위한 하부 프로세싱 헤드.

청구항 19

기판을 세정하기 위한 시스템으로서,

실질적으로 수평 배향으로 기판을 유지하면서 실질적으로 선형 (linear) 경로로 상기 기판을 이동시키도록 정의된 기판 캐리어,

상기 기판의 경로 위에 배치된 상부 프로세싱 헤드로서, 상기 상부 프로세싱 헤드는 상기 기판에 세정 재료를 도포하고 그 다음 상기 기판을 상부측 린싱 메니스커스 (meniscus) 에 노출시키도록 정의된 제 1 상부측 모듈을 포함하고, 상기 제 1 상부측 모듈은 린싱 재료를 상기 상부측 린싱 메니스커스를 통해 상기 기판의 이동 방향에 반대되고 상기 세정 재료를 향한 실질적으로 단일 방향 방식으로 유동시키도록 정의되는, 상기 상부 프로세싱 헤드, 및

상기 기판의 경로 아래에 배치된 하부 프로세싱 헤드로서, 상기 하부 프로세싱 헤드는 상기 기판에 하부측 린싱 메니스커스를 적용하여 상기 상부측 린싱 메니스커스에 의해 상기 기판에 가해진 힘을 밸런싱하도록 정의된 제 1 하부측 모듈을 포함하고, 상기 제 1 하부측 모듈은 상기 상부 프로세싱 헤드와 상기 하부 프로세싱 헤드 사이에 상기 기판 캐리어가 존재하지 않을 때 상기 제 1 상부측 모듈로부터 디스펜스될 상기 세정 재료를 수집 및 배출하기 위한 배출 채널을 제공하도록 정의된, 상기 하부 프로세싱 헤드를 포함하는, 기판을 세정하기 위한 시스템.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 상부측 모듈은,

상기 제 1 상부측 모듈의 리딩 에지를 따라 정의된 세정 재료 디스펜스 포트들의 열,

상기 상부측 린싱 메니스커스가 내부에 형성될 영역을 둘러싸도록 정의된 돌출된 커브,

상기 상부측 린싱 메니스커스 내에 상기 린싱 재료를 디스펜스하도록 상기 돌출된 커브의 트레일링 측 (trailing side) 을 따라 정의된 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열, 및

상기 린싱 재료, 상기 세정 재료 및 공기의 다중상 흡입을 제공하도록 상기 돌출된 커브의 리딩 측 (leading side) 을 따라 정의된 진공 포트들의 열을 포함하는, 기판을 세정하기 위한 시스템.

청구항 21

제 19 항에 있어서,

상기 제 1 하부측 모듈은,

상기 하부측 린싱 메니스커스가 내부에 형성될 영역을 둘러싸도록 정의된 돌출된 커브,

상기 하부측 린싱 메니스커스 내에 상기 린싱 재료를 디스펜스하도록 상기 돌출된 커브의 트레일링 측을 따라 정의된 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열, 및

상기 린싱 재료 및 공기의 다중상 흡입을 제공하도록 상기 돌출된 커브의 리딩 측을 따라 정의된 진공 포트들의 열을 포함하는, 기판을 세정하기 위한 시스템.

청구항 22

제 19 항에 있어서,

상기 상부 프로세싱 헤드는 상기 제 1 상부측 모듈과 동일하게 정의되고 상기 제 1 상부측 모듈에 인접한 제 2 상부측 모듈을 포함하고,

상기 제 1 상부측 모듈 및 제 2 상부측 모듈은 독립적으로 제어가능한, 기판을 세정하기 위한 시스템.

청구항 23

제 19 항에 있어서,

상기 하부 프로세싱 헤드는 상기 제 1 하부측 모듈과 동일하게 정의되고 상기 제 1 하부측 모듈에 인접한 제 2 하부측 모듈을 포함하고,

상기 제 1 하부측 모듈 및 상기 제 2 하부측 모듈은 독립적으로 제어가능한, 기판을 세정하기 위한 시스템.

명 세 서

배 경 기 술

[0001] 집적 회로, 메모리 셀 등과 같은 반도체 디바이스들의 제조에서, 일련의 제조 동작들은 반도체 웨이퍼 ("웨이퍼") 상에 피처 (feature) 들을 정의하기 위해 수행된다. 웨이퍼 (또는 기판) 은 실리콘 기판 상에 정의된 다중 레벨 구조들 형태의 집적 회로 디바이스들을 포함한다. 기판 레벨에서, 확산 영역들을 갖는 트랜지스터 디바이스들이 형성된다. 후속 레벨들에서, 상호접속 금속화 라인들이 패터닝되고 트랜지스터 디바이스들에 전기적으로 접속되어 원하는 집적 회로 디바이스를 정의한다. 또한, 패턴화된 도전성 층들은 유전체 재료에 의해 다른 도전성 층들로부터 절연된다.

[0002] 일련의 제조 동작들 동안, 웨이퍼 표면은 다양한 타입의 오염물들에 노출된다. 본질적으로 제조 동작에 존재하는 임의의 재료는 가능한 오염원이다. 예를 들면, 오염원들은, 특히, 프로세스 가스, 화학물, 퇴적 재료, 및 액체를 포함할 수도 있다. 다양한 오염물들이 미립자 형태로 웨이퍼 표면 상에 퇴적될 수도 있다. 미립자 오염이 제거되지 않으면, 오염의 근처 내의 디바이스들은 동작불능이 될 가능성이 있다. 따라서, 웨이퍼 상의 정의된 피처들에 손상을 입히지 않는 실질적으로 완전한 방식으로 웨이퍼 표면으로부터 오염물들을 세정할 필요가 있다. 하지만, 미립 오염의 크기는 종종 웨이퍼 상에 제조되는 피처들의 임계 치수 크기 정도이다. 웨이퍼 상의 피처들에 불리한 영향을 미치지 않고서 그러한 작은 미립자 오염들을 제거하는 것은 매우 곤란할 수 있다.

발명의 내용

[0003] 일 실시형태에서, 기판을 세정하기 위한 상부 프로세싱 헤드가 개시된다. 상부 프로세싱 헤드는 리딩 에지 (leading edge) 및 트레일링 에지 (trailing edge) 를 갖는 제 1 모듈을 포함한다. 세정될 기판의 상부는 리딩 에지로부터 트레일링 에지로 연장되는 방향으로 제 1 모듈 아래를 지난다. 제 1 모듈은 리딩 에지를 따라 정의된 세정 재료 디스펜스 포트들의 열 (row) 을 포함한다. 세정 재료 디스펜스 포트들의 열은 그 아래 기판이 존재하는 경우 기판 상에 하방으로 세정 재료의 층을 디스펜스 (dispense) 하도록 정의된다. 제 1 모듈은 또한 트레일링 에지를 따라 정의된 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열 (row) 을 포함한다. 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열은 그 아래 기판이 존재하는 경우 기판 상에 하방으로 린싱 재료를 디스펜스하도록 정의된다. 제 1 모듈은 또한 세정 재료 디스펜스 포트들의 열의 트레일링 측을 따라 정의된 벤틸레이션 포트 (ventilation port) 들의 열을 포함한다. 추가적으로, 제1 모듈은 벤틸레이션 포트들의 열과 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열 사이에 정의된 진공 포트들의 제 1 열을 포함한다. 진공 포트들의 제 1 열은 그 아래 기판이 존재하는 경우 기판으로부터 세정 재료 및 린싱 재료 그리고 벤틸레이션 포트들의 열을 통해 공급된 공기의 다중 상 흡입을 제공하도록 정의된다.

[0004] 다른 실시형태에서, 기판을 세정하기 위한 하부 프로세싱 헤드가 개시된다. 하부 프로세싱 헤드는 리딩 에지 및 트레일링 에지를 갖는 제 1 모듈을 포함한다. 세정될 기판의 하부는 리딩 에지로부터 트레일링 에지로 연장되는 방향으로 제 1 모듈 위를 지난다. 제 1 모듈은 그 안에 디스펜스된 재료의 수집 및 배출 (drain) 하기 위해 리딩 에지를 따라 정의된 배출 채널을 포함한다. 제 1 모듈은 또한 린싱 메니스커스 영역을 둘러싸도록 정의된 돌출된 커브 (curb) 를 포함한다. 돌출된 커브는 린싱 메니스커스 영역의 리딩 하프 (leading half) 및 트레일링 하프 (trailing half) 에 관하여 각각 정의된 리딩 부분 및 트레일링 부분을 포함한다. 돌출된 커브의 리딩 부분은 배출 채널의 트레일링 측에 위치된다. 제 1 모듈은 또한 돌출된 커브의 트레일링 부분을 따라 린싱 메니스커스 영역 내에 정의된 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열을 포함한다. 린싱 재료 디스펜스 포트들의 열은 그 위에 존재하는 기판 상에 상방으로 린싱 재료를 디스펜스하도록 정의된다. 추가적으로, 제 1 모듈은 돌출된 커브의 리딩 부분의 리딩 에지를 양분하도록 정의된 진공 포트들의 열을 포함한다. 진공 포트들의 열은 린싱 재료 및 공기의 다중 상 흡입을 제공하도록 정의된다.

[0005] 다른 실시형태에서, 기판을 세정하기 위한 시스템이 개시된다. 시스템은 실질적으로 수평 배향으로 기판을 유지하면서 실질적으로 선형 경로로 기판을 이동시키도록 정의된 기판 캐리어를 포함한다. 시스템은 또한 기판의 경로 위에 위치된 상부 프로세싱 헤드를 포함한다. 상부 프로세싱 헤드는 기판에 세정 재료를 도포하고 기판을 상부측 린싱 메니스커스에 노출시키도록 정의된 제 1 상부측 모듈을 포함한다. 제 1 상부측 모듈은 기판의 이동 방향에 반대되고 세정 재료를 향한 실질적으로 단일 방향의 방식으로 상부측 린싱 메니스커스

를 통해 린싱 재료를 유동시키도록 정의된다. 시스템은 또한 기판의 경로 아래에 위치된 하부 프로세싱 헤드를 포함한다. 하부 프로세싱 헤드는 상부측 린싱 메니스커스에 의해 기판에 가해진 힘을 밸런싱(balancing) 하도록 기판에 하부측 린싱 메니스커스를 적용하도록 정의된 제 1 하부측 모듈을 포함한다. 제 1 하부측 모듈은 상부 및 하부 프로세싱 헤드들 사이에 기판 캐리어가 존재하지 않을 때 제 1 상부측 모듈로부터 디스펜스될 세정 재료를 수집 및 배출 (drain) 하기 위한 배출 채널을 제공하도록 정의된다.

[0006] 본 발명의 다른 양태들 및 이점들은, 본 발명을 예에 의해 예시하는, 첨부도면들을 참조한, 다음의 상세한 설명으로부터 더 분명해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1a는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 기판으로부터 오염물들을 세정하기 위한 시스템을 도시한다.

도 1b는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 하부 프로세싱 헤드 (118) 위와 상부 프로세싱 헤드 아래 위치된 기판 캐리어를 갖는 챔버의 수직 단면도를 도시한다.

도 2a는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 프로세싱 헤드의 입체도를 도시한다.

도 2b는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 리딩 에지와 트레일링 에지 사이에 수직으로 절단된 상부 프로세싱 헤드의 수직 단면도를 도시한다.

도 3a는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 하부 프로세싱 헤드의 입체도를 도시한다.

도 3b는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 제 2 하부측 모듈을 통한 길이방향으로 절단된 하부 프로세싱 헤드의 수직 단면도의 입체도를 도시한다.

도 3c는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 리딩 에지와 트레일링 에지 사이에 수직으로 절단된 하부 프로세싱 헤드의 수직 단면도를 도시한다.

도 4는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 프로세싱 헤드가 기판 위에 위치되며 하부 프로세싱 헤드가 상부 프로세싱 헤드에 대향하는 기판 아래에 위치된 것을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 다음의 상세한 설명에서, 수많은 특정 상세들은 본 발명의 철저한 이해를 제공하기 위하여 제시된다. 하지만, 본 발명은 이들 특정 상세들의 일부 또는 전부가 없이 실시될 수도 있음은 당업자에게 자명할 것이다. 다른 경우들에서, 잘 알려진 프로세스 동작들은 본 발명을 불필요하게 모호하게 하지 않기 위하여 상세히 설명되지 않았다.

[0009] 여기에 인용된 기판은 비제한적으로, 제조 또는 핸들링 동작들 동안 오염될 수도 있는, 반도체 웨이퍼, 하드 드라이브 디스크, 광학 디스크, 유리 기판, 평판 디스플레이 표면, 액정 디스플레이 표면 등을 나타낸다. 실제 기판에 따라, 표면은 상이한 방식으로 오염될 수도 있고 오염의 수용가능한 레벨은 기판이 핸들링되는 특정 산업에서 정의된다. 논의의 용이를 위하여, 기판 오염은 기판 표면 상의 오염 입자들의 존재에 의해 여기에서 설명된다. 하지만, 여기에 인용된 오염 입자들은 본질적으로 임의의 기판 프로세싱 및 핸들링 동작 동안 기판과 접촉할 수도 있는 본질적으로 임의 타입의 오염물의 형태를 취할 수도 있음이 이해되야 한다.

[0010] 다양한 실시형태들에서, 여기에 개시된 장치, 시스템 및 방법들은 패턴화된 기판 및 비패턴화된 기판으로부터 똑같이 오염 입자들을 세정하기 위해 사용될 수 있다. 패턴화된 기판의 경우에, 세정될 패턴화된 기판 표면의 돌출 구조들은 폴리실리콘 라인 또는 금속 라인과 같은 돌출 라인들에 대응할 수도 있다. 추가적으로, 세정된 패턴화된 기판 표면은 리세스 (recess) 된 피처들, 이를 테면, 화학적 기계적 평탄화 (CMP) 프로세스로부터 얻어지는 리세스된 비아 (via) 들을 포함할 수도 있다.

[0011] 도 1a는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 기판으로부터 오염물들을 세정하기 위한 시스템을 도시한다. 시스템은 둘러싸는 벽 (101) 에 의해 정의된 챔버 (100) 를 포함한다. 챔버 (100) 는 입력 모듈 (119), 프로세싱 모듈 (121) 및 출력 모듈 (123) 을 포함한다. 기판 캐리어 (103) 및 대응 드라이브 장치는, 화살표 (107) 에 의해 표시된 것처럼, 입력 모듈 (119) 로부터, 프로세싱 모듈 (121) 을 통해, 출력 모듈 (123) 로 기판 (102) 의 선형 이동을 제공하도록 정의된다. 드라이브 레일 (105A) 및 가이드 레일 (105B) 은 기판 캐리어 (103) 의 제어된 선형 이동을 제공하여, 기판 (102) 이 드라이브 레일 (105A) 및 가이드 레일 (105B) 에 의

해 정의된 선형 경로를 따른 실질적으로 수평 배향으로 유지되도록 정의된다.

[0012] 입력 모듈 (119) 은 도어 어셈블리 (113) 를 포함하고 그를 통해 기판 (102) 이 기판 핸들링 디바이스에 의해 챔버 (100) 로 삽입될 수 있다. 입력 모듈 (119) 은 또한, 기판 캐리어 (103) 가 그위 입력 모듈 (119) 에서 센터링될 때, 기판 캐리어 (103) 의 개방 영역을 통해 수직으로 이동하도록 정의된 기판 리프터 (109) 를 포함한다. 기판 리프터 (109) 는 도어 어셈블리 (113) 을 통해 챔버 (100) 로 삽입될 때 기판 (102) 을 수용하도록 상승될 수 있다. 그 다음 기판 리프터 (109) 는 기판 캐리어 (103) 상에 기판 (102) 를 배치시키고 기판 캐리어 (103) 의 선형 이동 경로를 클리어 (clear) 하도록 하강될 수 있다.

[0013] 프로세싱 모듈 (121) 은, 기판 캐리어 (103) 가, 그 위에 기판이 배치된 상태로, 상부 프로세싱 헤드 (217) 아래에서 이동할 때 기판 (102) 의 상부 표면을 프로세싱하도록 배치된 상부 프로세싱 헤드 (117) 을 포함한다.

프로세싱 모듈 (121) 은 또한 상부 프로세싱 헤드 (117) 에 대향하는 기판 캐리어 (103) 의 선형 이동 경로 아래에 배치된 하부 프로세싱 헤드 (118) (도 1b 참조) 를 포함한다. 하부 프로세싱 헤드 (118) 는, 기판 캐리어 (103) 가 프로세싱 모듈 (121) 를 통해 이동할 때 기판 (102) 의 하부 표면을 프로세싱하도록 정의되고 배치된다. 상부 프로세싱 헤드 (117) 및 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 각각은 리딩 에지 (141) 및 트레일링 에지 (143) 을 가져, 프로세싱 동작 동안 기판 캐리어 (103) 가 리딩 에지 (141) 로부터 선형 경로를 따라 트레일링 에지 (143) 을 향해 기판 (102) 을 이동시킨다. 아래에 더 상세히 논의된 바처럼, 본 발명에 대하여, 상부 프로세싱 헤드 (117) 및 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 각각은 다중-스테이지 세정 프로세스를 기판 (102) 의 상부와 하부 표면들 상에 각각 수행하도록 정의된다.

[0014] 일부 실시형태들에서, 하나 이상의 추가의 프로세싱 헤드들이 기판 캐리어 (103) 의 선형 이동 경로 위의 상부 프로세싱 헤드 (117) 와 함께 사용될 수도 있고/있거나 하나 이상의 추가의 프로세싱 헤드들이 기판 캐리어 (103) 의 선형 이동 경로 아래의 하부 프로세싱 헤드 (118) 와 함께 사용될 수도 있음이 이해될 것이다. 예를 들면, 기판 (102) 상의 건조 프로세스를 수행하도록 정의된 프로세싱 헤드들은 상부 프로세싱 헤드 (117) 및 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 트레일링 에지들 뒤에 각각 배치될 수도 있다.

[0015] 기판 캐리어 (103) 가 프로세싱 모듈 (121) 을 통해 이동하게 되면, 기판 캐리어 (103) 는 출력 모듈 (115) 에 도착한다. 출력 모듈 (115) 은 또한, 기판 캐리어 (103) 가 그위 출력 모듈 (111) 에서 센터링될 때, 기판 캐리어 (103) 의 개방 영역을 통해 수직으로 이동하도록 정의된 기판 리프터 (111) 를 포함한다. 기판 리프터 (111) 는 챔버 (100) 로부터 회수 (retrieval) 를 위한 위치로 기판 캐리어 (103) 로부터 기판 (102) 를 리프트하도록 상승될 수 있다. 출력 모듈 (111) 은 또한 도어 어셈블리 (115) 을 포함하고 그를 통해 기판 (102) 이 기판 핸들링 디바이스에 의해 챔버 (100) 로부터 회수될 수 있다. 기판 (102) 이 기판 리프터 (111) 로부터 회수되고 나면, 기판 리프터 (111) 는 기판 캐리어 (103) 의 선형 이동 경로를 클리어하도록 하강될 수 있다. 그 다음, 프로세싱을 위한 다음 기판을 회수하기 위하여 기판 캐리어 (103) 가 입력 모듈 (119) 로 다시 이동된다.

[0016] 도 1b는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 하부 프로세싱 헤드 (118) 위와 상부 프로세싱 헤드 (117) 아래 위치된 기판 캐리어 (103) 를 갖는 챔버 (100) 의 수직 단면도를 도시한다. 상부 프로세싱 헤드 (117) 는 드라이브 레일 (105) 및 가이드 레일 (105) 양쪽 모두에 장착되어, 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 수직 위치가 드라이브 레일 (105) 의 수직 위치 및 가이드 레일 (105) 의 수직 위치 양쪽 모두에 인덱싱 (indexing) 되고, 그에 의해 기판 캐리어 (103) 및 그 위에 유지된 기판 (102) 의 수직 위치로 인덱싱된다.

[0017] 상부 프로세싱 헤드 (117) 는 그 아래에서 기판 캐리어 (103) 가 기판 (102) 을 이동시킬 때 기판 (102) 의 상부 표면 상에 세정 프로세스를 수행하도록 정의된다. 마찬가지로, 하부 프로세싱 헤드 (118) 는 기판 캐리어 (103) 가 그 위에 기판 (102) 을 이동시킬 때 기판 (102) 의 하부 표면 상에 린싱 프로세스를 수행하도록 정의된다. 다양한 실시형태들에서, 프로세싱 모듈 (121) 내 상부 프로세싱 헤드 (117) 및 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 각각은 하나 이상의 기판 프로세싱 동작들을 기판 (102) 상에 수행하도록 정의될 수 있다. 추가로, 일 실시형태에서, 프로세싱 모듈 (121) 내 상부 프로세싱 헤드 (117) 및 하부 프로세싱 헤드 (118) 은 기판 (102) 의 직경을 스팬 (span) 하여 상부/하부 프로세싱 헤드 (117/118) 아래/위의 기판 캐리어 (103) 의 하나의 통과가 기판 (102) 의 상부/하부 표면의 전체를 프로세싱하도록 정의된다.

[0018] 도 2a는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 입체도를 도시한다. 상부 프로세싱 헤드 (117) 은 2개의 본질적으로 동일한 모듈, 즉, 제 1 상부측 모듈 (117A) 및 제 2 상부측 모듈 (117B) 을 포함한다. 제 1 상부측 모듈 (117A) 은 유효 리딩 에지 (201A) 및 유효 트레일링 에지 (203A) 를 갖는다. 제 2 상부측 모듈 (117B) 은 유효 리딩 에지 (201B) 및 유효 트레일링 에지 (203B) 을 갖는다. 세정될 기

판의 상부는 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 리딩 에지 (141) 로부터 트레일링 에지 (143) 로 연장하는 방향으로 제 1 상부측 모듈 (117A) 과 제 2 상부측 모듈 (117B) 아래를 순차적으로 지나게 된다. 따라서, 프로세싱 동안, 기판은 유효 리딩 에지 (201A) 로부터 유효 트레일링 에지 (203A) 로 연장되는 방향으로 제 1 상부측 모듈 (117A) 아래를 통과한다. 그 다음, 기판은 유효 리딩 에지 (201B) 로부터 유효 트레일링 에지 (203B) 로 연장되는 방향으로 제 2 상부측 모듈 (117B) 아래를 통과한다.

[0019] 일 실시형태에서, 제 2 상부측 모듈 (117B) 은 제 1 상부측 모듈 (117A) 에 실질적으로 동일하게 정의된다. 제 2 상부측 모듈 (117B) 은 상부 프로세싱 헤드 (117A) 에 있는 제 1 상부측 모듈 (117A) 와 인접하여, 제 2 상부측 모듈 (117B)의 유효 리딩 에지 (201B) 가, 프로세싱 동작 동안 상부 프로세싱 헤드 (117) 아래 이동의 기판 방향에 관하여 제 1 상부측 모듈 (117A) 의 유효 트레일링 에지 (203A) 아래 배치된다. 또한, 일 실시형태에서, 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 는 독립적으로 제어가능하다. 하지만, 다른 실시형태에서, 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 이 공통으로 제어될 수 있다.

[0020] 도 2b는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 리딩 에지 (141) 와 트레일링 에지 (143) 사이에 수직으로 절단된 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 수직 단면도를 도시한다. 여기서 논의된 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 다양한 피처들이 도 2a 및 도 2b의 양쪽 모두에 인용될 수 있다. 상부 프로세싱 헤드 (117) 는 본질적으로, 반도체 웨이퍼 세정 프로세스와 거기에 사용되는 화학물들과 양립가능하고 거기에 개시된 구성으로 형성될 수 있는, 임의의 형태의 재료, 예를 들면, 플라스틱, 금속 등으로부터 정의될 수 있다.

[0021] 제 1 상부 모듈 (117A) 은 유효 리딩 에지 (201A) 를 따라 정의된 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A) 의 열 (row) 을 포함한다. 제 2 상부 모듈 (117B) 은 유효 리딩 에지 (201B) 를 따라 정의된 세정 재료 디스펜스 포트들 (209B) 의 열 (row) 을 포함한다. 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A/209B) 의 각 열은 그 아래 기판이 존재하는 경우 기판 상에 하방으로 세정 재료의 층을 디스펜스하도록 정의된다. 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A/209B) 는 본원에 전부 포함되는, 동시-계류중인 U.S.특허 출원 제12/165,577호에 개시된 것과 같은 각각의 세정 재료 공급 유동 네트워크에 연결된다. 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A/209B) 및 그들 관련 세정 재료 공급 유동 네트워크들은 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 폼 팩터를 최소화하는 한편, 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A/209B) 아래를 지나는 기판이 실질적으로 균일한 방식으로 세정 재료에 의해 코팅되게 보장하도록 구성된다.

[0022] 일 실시형태에서, 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A/209B) 는 이산 포트들, 예를들면 홀들의 열로서 정의된다. 다른 실시형태에서, 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A/209B) 은 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 길이 방향으로 연장되는 하나 이상의 슬롯들로서 정의된다. 일 실시형태에서, 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A/209B) 는 초당 약 60밀리미터 (㎜/sec) 에 이르기까지의 기판 캐리어 속력에서 기판의 실질적으로 균일하고 완전한 커버리지를 제공하며, 기판 당 약 25 밀리리터 (㎖/기판) 의 대응하는 낮은 세정 재료 소비를 갖도록 정의된다. 또한, 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A/209B) 및 그들의 관련 세정 재료 공급 유동 네트워크들은 다른 화학적 성질들을 갖는 많은 상이한 세정 재료들로 동작될 수 있다.

[0023] 일 실시형태에서, 본원에 인용된 세정 재료는 기판의 표면 상에 존재하는 오염물들을 포획 (entrapping) 하기 위한 하나 이상의 점탄성 재료들을 포함할 수 있다. 일 예시적인 실시형태에서, 점탄성 재료는 큰 분자량의 폴리머들에 의해 정의된다. 또 다른 예시적인 실시형태에서, 세정 재료는 젤형 폴리머이다. 또 다른 예시적인 실시형태에서, 세정 재료는 졸, 즉 액체내 고체 입자들의 콜로이드 서스펜션이다. 또 다른 예시적인 실시형태에서, 세정 재료는 액체 용액이다. 기판 상의 오염물 입자들은 세정 재료의 점탄성 컴포넌트 체인/네트워크 내에 포획된다. 세정 재료 내에 포획된 오염물 입자들은 세정 재료가 린싱에 의해 기판으로부터 제거될 때 기판으로부터 제거된다. 여기에 개시된 시스템의 사용에 적합한 일부 예시적인 세정 재료들은, 본원에 전부 포함된 동시 계류 U.S. 특허 출원 제12/131,654호에 기재되어 있다.

[0024] 제 1 상부측 모듈 (117A) 은 유효 트레일링 에지 (203A) 를 따라 정의된 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A) 의 열 (row) 을 포함한다. 제 2 상부측 모듈 (117A) 은 유효 트레일링 에지 (203B) 를 따라 정의된 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211B) 의 열 (row) 을 포함한다. 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 각 열은 그 아래 기판이 존재하는 경우 기판 상에 하방으로 린싱 재료를 디스펜스하도록 정의된다. 일 실시형태에서, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열에 있는 각 포트는 약 0.03인치의 직경을 갖도록 정의되고, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열에 있는 인접 포트들은 약 0.125 인치의 중심-대-중심 (center-to-center) 거리만큼 이격된다. 하지만, 다른 실시형태들에서, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열은 상이한 사이즈 및 간격을 갖도록 정의될 수 있는데, 린싱 재료가 그로부터 적합한 방식으로 디스펜스되는 것

을 조건으로 한다는 것을 이해해야 한다. 또한, 일 실시형태에서, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열은 제 1/ 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 의 유효 트레일링 에지 (203A/203B) 를 따라 선형으로 연장되는 하나 이상의 슬롯들로서 정의될 수 있다.

[0025] 일 실시형태에서, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열 및 그들 관련 린싱 재료 공급 유동 네트워크들은 분당 약 1리터 (L/min) 내지 약 4L/min 로 연장되는 범위내의 유량으로 린싱 재료를 디스펜스하도록 정의된다. 또한, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 및 그들의 관련 린싱 재료 공급 유동 네트워크들은 다른 화학적 성질들을 갖는 많은 상이한 세정 재료들로 동작될 수 있다. 린싱 재료는 세정 재료 및 세정될 기판과 화학적으로 양립가능해야 한다. 일 실시형태에서, 린싱 재료는 탈이온수 (DIW) 이다. 하지만, 다른 실시형태들에서, 린싱 재료는 DMSO (dimethyl sulfoxide), DMF (dimethyl formamide), DMAC (dimethyl acetate), DIW로 용이하게 혼합가능한 극성 용매, 원자화 액체 이를테면 원자화 극성 용매 (예를 들면 DIW) 또는 이들의 조합과 같은, 액체 상태의 많은 상이한 재료들 중 하나 일 수 있다. 위에서 식별된 린싱 재료들은 예로서 제공되고 린싱 제료들의 포괄적 세트들을 나타내지 않는다는 것이 이해되야 한다.

[0026] 더 아래에서 논의되는, 린싱 메니스커스는 각각의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A 및 117B) 과 기판 사이에 각각 형성된다. 각각의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 에서, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열은 린싱 메니스커스의 트레일링 측 상에 린싱 재료를 공급하는 한편, 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열은 린싱 메니스커스의 리딩 측 상의 유체를 제거한다. 리딩 및 트레일링 측 양쪽 모두에 제공되는 것과 반대로, 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열이 린싱 메니스커스의 리딩 측에 제공되기 때문에, 린싱 유체 공급 포트들 (211A/211B) 의 열 내의 포트들은 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열을 향해 하방으로 기울어진다. 더 상세하게는, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B)의 열에 있는 각 포트는 유효 트레일링 에지 (203A/203B) 로부터 유효 리딩 에지 (201A/201B) 를 향해 연장되는 방향으로 하방으로 경사지도록 정의된다.

[0027] 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 각도에 기인하여, 린싱 재료는 유효 트레일링 에지 (203A/203B) 를 향해 기판 이동에 의해 도입된 드레그 힘 (drag force) 을 극복할 만큼 충분한 수압 모멘텀으로 디스펜스되어, 린싱 재료가 린싱 유체 메니스커스를 통해 린싱 메니스커스의 리딩 측 상의 진공 포트들 (217A/217B) 의 열로 푸싱 (pushing) 되는 것을 허용한다. 추가로, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열에 있는 포트들의 각도는 린싱 재료 메니스커스의 벌크 (bulk) 의 한정을 돕도록 유효 트레일링 에지 (203A/203B) 에서 린싱 재료의 압력을 감소시키도록 정의되야 함이 인식되야 한다. 일 실시형태에서, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열에 있는 각 포트의 센터라인과 플럼 벡터 (plumb vector) 사이의 각도는 약 45도에 이르기까지의 범위 내에 있다. 일 구체적인 실시형태에서, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열에 있는 각 포트의 센터라인과 플럼 벡터 (plumb vector) 사이의 각도는 약 20도이다.

[0028] 제 1 상부측 모듈 (117A) 은 벤틸레이션 포트 (213A) 들의 열과 린싱 재료 디스펜스 포트 (211A) 들의 열 사이에 정의된 진공 포트 (217A) 들의 제 1 열을 포함한다. 제 2 상부측 모듈 (117B) 는 벤틸레이션 포트 (213B) 들의 열과 린싱 재료 디스펜스 포트 (211B) 들의 열 사이에 정의된 진공 포트 (217B) 들의 제 1 열을 포함한다. 각각의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 에서, 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열은 유효 리딩 에지 (201A/201B) 와 유효 트레일링 에지 (203A/203B) 사이의 전체 분리 거리를 각각 실질적으로 양분하도록 배치된다.

[0029] 진공 포트들 (217A/217B) 의 각각의 제 1 열은 그 아래 기판이 존재하는 경우 기판으로부터 세정 재료 및 린싱 재료의 그리고 벤틸레이션 포트 (213A/213B) 들의 열을 통해 공급된 공기의 다중 상 흡입을 제공하도록 정의된다. 일 실시형태에서, 각각의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 에서, 진공 포트 (217A/217B) 들의 제 1 열과 그들의 관련 진공 공급 네트워크들은 분당 약 250 표준 리터 (SLM) 내지 약 550SLM 연장되는 범위 내의 유체 흡입 유량을 제공하도록 정의된다. 진공 포트 (217A/217B) 들의 제 1 열을 통해 제공된 흡입 힘은 상부 프로세싱 헤드 (117) 에 대해 기판이 흡입되게 하지 않을 흡입 힘으로 제한된다는 것이 이해되야 한다.

[0030] 고정된 전체 흡입 유동으로, 또는 흡입 유동을 위한 고정된 전체 단면 면적으로, 하부 전공 포트 크기 제한이 존재하고 여기서 세정 재료는 진공 포트를 플러그할 수 있고 린싱 재료, 세정 재료와 공기 사이의 계면을 불안정화할 수 있음이 이해되야 한다. 또한, 고정된 전체 흡입 유동으로, 또는 흡입 유동을 위한 고정된 전체 단면 면적으로, 상부 진공 포트 크기 제한이 존재하고 여기서 세정 재료는 진공 포트들 사이의 불충분한 흡입 유동 때문에 진공 포트들 사이에서 누출될 수 있음이 이해되야 한다. 진공 포트들은 진공 포트들 사이의 세정 재료 누출을 회피할 만큼 인접 진공 포트들 사이의 간격의 감소를 가능하게할 정도로 작지만, 세정 재료에

의해 진공 포트들의 플러깅 (plugging) 을 허용할 만큼 작지 않도록 사이징 (sizing) 되야 한다.

[0031] 일 실시형태에서, 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열에 있는 각 포트는 약 0.04인치의 직경을 갖도록 정의되고, 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열에 있는 인접 포트들은 약 0.625 인치의 중심-대-중심 (center-to-center) 거리 만큼 이격된다. 일 실시형태에서, 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열에 있는 각 포트는 약 0.06인치의 직경을 갖도록 정의되고, 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열에 있는 인접 포트들은 약 0.125 인치의 중심-대-중심 (center-to-center) 거리 만큼 이격된다. 하지만, 다른 실시형태들에서, 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열은 여기에 언급된 특정 실시형태들 보다 상이한 크기 및 간격을 갖도록 정의될 수 있는데, 그에 의해 제공된 흡입 힘이 상부 프로세싱 헤드 (117) 동작의 요건에 적합한 것을 조건으로 한다. 또한, 일 실시형태에서, 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열은 하나 이상의 슬롯들로서 정의될 수 있다.

[0032] 제 1 상부측 모듈 (117A) 은, 돌출된 커브 (221A) 가 린싱 메니스커스 영역 (223A) 의 리딩 하프와 트레일링 하프에 관하여 각각 정의된 리딩 부분 및 트레일링 부분을 포함하도록, 진공 포트 (217A) 들의 제 1 열과 유효 트레일링 에지 (203A) 사이의 린싱 메니스커스 영역 (223A) 을 둘러싸도록 정의된 돌출된 커브 (221A) 를 포함한다. 제 2 상부측 모듈 (117B) 은, 돌출된 커브 (221B) 가 린싱 메니스커스 영역 (223B) 의 리딩 하프와 트레일링 하프에 관하여 각각 정의된 리딩 부분 및 트레일링 부분을 포함하도록, 진공 포트 (217B) 들의 제 1 열과 유효 트레일링 에지 (203B) 사이의 린싱 메니스커스 영역 (223B) 을 둘러싸도록 정의된 돌출된 커브 (221B) 를 포함한다.

[0033] 각각의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 에서, 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열은 돌출된 커브 (221A/221B) 의 리딩 부분의 리딩 에지를 양분하도록 정의된다. 돌출된 커브 (221A/221B) 의 트레일링 부분의 트레일링 에지는 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 의 유효 트레일링 에지 (203A/203B) 이다. 또한, 각각의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 에서, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열은 돌출된 커브 (221A/221B) 의 트레일링 부분 근처의 린싱 메니스커스 영역 (223A/223B) 내에 정의된다.

[0034] 돌출된 커브 (221A/221B) 의 트레일링 부분은 린싱 메니스커스 영역 (223A/223B) 내 존재할 린싱 재료의 메니스커스의 벌크의 물리적 한정을 제공하도록 정의된다. 또한, 돌출된 커브 (221A/221B) 의 트레일링 부분은 기판이 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 아래로부터 나올 때 기판 상에 린싱 재료의 균일한 얇은 층을 남기도록 정의된다. 돌출된 커브 (221A/221B) 의 트레일링 부분은 수압 저항 (hydraulic resistance) 의 국부적인 증가를 제공하고 린싱 메니스커스 영역 (223A/223B) 내부 린싱 재료 메니스커스의 대부분을 유지하는 역할을 한다.

[0035] 일 실시형태에서, 돌출된 커브 (221A/221B) 는 린싱 메니스커스 영역 (223A/223B) 내 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 수평면으로부터 아래로 약 0.02 인치 돌출한다. 하지만, 다른 실시형태들에서, 돌출된 커브 (221A/221B) 는 린싱 메니스커스 영역 (223A/223B) 내 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 수평면으로부터 상이한 거리 만큼 돌출될 수 있는데, 린싱 메니스커스가 한정되고 린싱 재료 및 세정 재료의 각각의 유동 거동이 기판으로부터 세정 재료의 실질적으로 완전한 린싱을 보장하는데 적합한 것을 조건으로 한다는 것이 이해되야 한다.

[0036] 제 1 상부측 모듈 (117A) 은 또한 세정 재료 디스펜스 포트 (209A) 들의 열의 트레일링 측 (215A) 을 따라 정의된 벤틸레이션 포트 (213A) 들의 열을 포함한다. 제 2 상부측 모듈 (117B) 은 또한 세정 재료 디스펜스 포트 (209B) 들의 열의 트레일링 측 (215B) 을 따라 정의된 벤틸레이션 포트 (213B) 들의 열을 포함한다. 각각의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 는 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A/209B) 의 열과 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열 사이에 정의된 각각의 플리넘 영역 (225A/225B) 을 포함한다. 각각의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 에서, 벤틸레이션 포트들 (213A/213B) 의 열은 플리넘 영역 (225A/225B) 에 유체 연통되게 연결된다. 각각의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 에서, 각각의 플리넘 영역 (225A/225B) 은 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A/209B) 의 열에 의해 기판 상에 배치될 세정 재료의 공기 유동 유발된 외란 없이 벤틸레이션 포트들 (213A/213B) 의 열로부터 진공 포트 (217A/217B) 들의 제 1 열로 공기 유동을 용이하게 하도록 정의된다. 벤틸레이션 포트 (213A 및 213B) 들의 각 열은 각각 돌출된 커브 (221A 및 221B) 의 길이를 따라, 각각 플리넘 영역 (225A 및 225B) 으로 실질적으로 균일한 벤틸레이션 공기 유동을 제공하도록 정의된다.

[0037] 린싱 메니스커스 영역 (223A 및 223B) 의 각각 내의 린싱 메니스커스의 한정은 각각 진공 포트들 (217A 및 217B) 의 제 1열의 각각을 통한 유체 유동 내에 충분한 공기 인트레인먼트 (entrainment) 에 의존한다. 각각의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 에서, 벤틸레이션 포트 (213A/213B) 들의 열은 플리넘 영역 (225A/225B) 에서 충분한 공기 유동을 제공하여, 충분한 공기가 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열을 통한 유

체 유동 내에 인트레인먼트에 이용가능하도록 정의된다. 플리넘 영역 (225A/225B) 의 체적은 플리넘 영역 (225A/225B) 내의 기판 상에 존재하는 세정 재료 층 상에 불리한 공기 유동 효과들을 회피하면서, 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열을 통한 유동을 위해 충분한 공기 체적을 제공하도록 정의된다. 예를 들면, 하나의 그러한 불리한 공기 유동 효과는 세정 재료 층 상에 공기의 드래그 힘일 수 있으며 이는 세정 재료 층이 더 얇게 퍼지거나 또는 리플 (ripple) 을 나타나게 한다. 따라서, 벤틸레이션 포트들 (213A/213B) 의 열 및 대응하는 플리넘 영역 (225A/225B) 은 세정 프로세스의 세정 재료 코팅 측면에 불리한 영향을 미치지 않고서 세정 프로세스 성능을 유지하도록 정의 및 최적화된다. 일 실시형태에서, 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 리딩 에지 (141) 와 트레일링 에지 (143) 사이에 수직으로 연장되는 방향으로 절단된, 각 플리넘 영역 (225A 및 225B) 의 수직 단면 영역은 약 0.35 평방인치이다.

[0038] 일 실시형태에서, 각각의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 은 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열의 트레일링 측을 따라 정의된 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열을 포함한다. 진공 포트 (219A/219B) 들의 제 2 열은 그 아래 기판이 존재하는 경우 기판으로부터 세정 재료 및 린싱 재료의 다중 상 흡입을 제공하도록 정의된다. 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열은 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열로부터 독립적으로 제어될 수 있다. 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열의 포트들은 단일 상 액체 리턴으로서 정의되고 린싱 유체 메니스커스 안정성의 붕괴를 회피하도록 구성된다.

[0039] 진공 포트 (219A/219B) 들의 제 2 열은 세정 프로세스의 미세 조정을 제공한다. 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열은 린싱 재료와 세정 재료 사이의 계면을 따라 액체 속도 힘 분포의 추가적인 제어를 제공한다. 세정 재료가 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열을 통과해 누출되는 경우, 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열이 누출된 세정 재료를 제거할 수 있어서, 백업 린싱 능력을 제공하고 린싱 유체 메니스커스 영역 (223A/223B) 내 린싱 유체로 세정 재료의 추가 혼합 또는 희석을 방지한다. 또한, 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열의 동작은 기판 캐리어 속력의 증가를 허용하여, 스루풋 (throughput) 을 증가시키고 세정 프로세스 윈도우를 확대시킨다.

[0040] 일 실시형태에서, 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열에 있는 포트들은 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열 내 포트들에 유사하게 사이징된다. 일 실시형태에서, 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열에 있는 각 포트는 약 0.03인치의 직경을 갖도록 정의되고, 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열에 있는 인접 포트들은 약 0.125인치의 중심-중심 거리 만큼 분리된다. 추가적으로, 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열에 있는 포트들은 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열에 있는 포트들의 그것과 유사한 방식으로 기판 이동 방향에 대해 하방으로 기울어진다. 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열에 있는 포트들의 이 기울어짐은 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열과 린싱 재료 디스펜스 포트들 (211A/211B) 의 열 사이의 충분한 간격을 제공하여, 린싱 재료가 진공 포트들 (219A/219B) 의 제 2 열의 흡입 힘에 대항하기 전에 린싱 메니스커스 영역 (223A/223B) 내 기판에 걸쳐 균일하게 분산될 수 있도록 보장한다.

[0041] 도 3a는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 입체도를 도시한다. 하부 프로세싱 헤드 (118) 은 2개의 동일한 모듈, 즉, 제 1 하부측 모듈 (118A) 및 제 2 하부측 모듈 (118B) 을 포함한다. 하부 프로세싱 헤드 (118) 는 리딩 에지 (301) 와 트레일링 에지 (303) 를 갖는다. 세정될 기판의 하부는 리딩 에지 (301) 로부터 트레일링 에지 (303) 로 연장하는 방향으로 제 1 상부측 모듈 (118A) 과 제 2 상부측 모듈 (118B) 위를 순차적으로 지나게 된다. 제 2 하부측 모듈 (118B) 은 제 1 하부측 모듈 (118A) 에 비슷하게 정의된다. 일 실시형태에서, 제 1 및 제 2 하부측 모듈 (118A/118B) 는 독립적으로 제어가능하다. 하지만, 다른 실시형태에서, 제 1 및 제 2 하부측 모듈 (118A/118B) 이 공통으로 제어될 수 있다.

[0042] 도 3b는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 제 2 하부측 모듈 (118B) 을 통한 길이방향으로 절단된 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 수직 단면도의 입체도를 도시한다. 도 3c는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 리딩 에지 (301) 와 트레일링 에지 (303) 사이에 수직으로 절단된 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 수직 단면도를 도시한다. 여기서 논의된 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 다양한 피처들이 도 3a, 도 3b 및 도 3c의 각각에 인용될 수 있다.
하부 프로세싱 헤드 (118) 는 본질적으로, 반도체 웨이퍼 세정 프로세스와 거기에 사용되는 화학물들과 양립가능하고 거기에 개시된 구성으로 형성될 수 있는, 임의의 형태의 재료, 예를 들면, 플라스틱, 금속 등으로부터 정의될 수 있다.

[0043] 각각의 제 1 및 제 2 하부측 모듈 (118A 및 118B) 은 거기에 디스펜스된 재료들을 수집하고 배출하기 위해 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 길이를 따라 정의된 각각의 배출 채널 (305A 및 305B) 을 포함한다. 도 3b에 도시된 바처럼, 각 배출 채널 (305A/305B) 는 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 각 외부 단부로부터 각각의 배출 포트들

(315A/315B) 이 정의되는 배출 채널 (305A/305B) 의 중심 근처 위치를 향하여 하방으로 경사를 이룬다. 도 3b는 또한 각 배출 채널 (305A/305B) 내 고 지점에서 정의되어, 액체 예를 들면 탈이온수 (DIW) 를 배출 채널 (305A/305B) 아래로 유동시켜 배출 채널 (305A/305B) 내 디스펜스된 재료의 배출 포트들 (315A/315B) 쪽으로의 이동을 용이하게 하고 배출 채널 (305A/305B) 과의 영향에 대한 세정 재료의 스플래터링 (splattering) 을 방지하는 액체 공급 포트들 (317) 을 나타낸다.

[0044] 각각의 제 1 및 제 2 하부측 모듈 (118A 및 118B) 는 린싱 메니스커스 영역 (309A 및 309B) 을 둘러싸도록 각각 정의된 돌출된 커브 (307A 및 307B) 를 각각 포함한다. 각각의 돌출된 커브 (307A/307B) 는 린싱 메니스커스 영역 (309A/309B)의 리딩 하프 (leading half) 및 트레일링 하프 (trailing half) 에 관하여 각각 정의된 리딩 부분 및 트레일링 부분을 포함한다. 각각 돌출된 커브 (307A 및 307B) 의 리딩 부분은 배출 채널 (305A 및 305B) 각각의 트레일링 측에 위치된다. 각각 돌출된 커브 (307A/307B) 의 트레일링 부분은 각각의 린싱 메니스커스 영역 (309A/309B) 내 존재할 린싱 재료의 메니스커스의 벌크의 물리적 한정을 제공하도록 정의된다. 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 린싱 메니스커스 영역 (309A/309B) 은 기판의 하부면이 세정 프로세스 동안 젖은 상태로 남아있게 보장하도록 정의된다. 이것은 기판의 하부면에 도달할 수도 있는 과도한 세정 재료의 조숙한 건조 (premature drying) 를 방지하는 역할을 한다.

[0045] 각각의 제 1 및 제 2 하부측 모듈 (118A/118B) 는, 각각의 돌출된 커브 (307A/307B) 의 트레일링 부분을 따라 각각의 린싱 메니스커스 영역 (309A/309B) 내에 정의된 린싱 재료 디스펜스 포트들 (311A/311B) 의 각각의 열을 포함한다. 린싱 재료 디스펜스 포트들 (311A/311B) 의 각각의 열은 그 위에 존재하는 기판 상에 상방으로 린싱 재료를 디스펜스하도록 정의된다. 린싱 재료 디스펜스 포트들 (311A/311B) 의 각각의 열에 있는 각 포트는 트레일링 에지 (303) 로부터 리딩 에지 (301) 를 향해 연장되는 방향에서 상방으로 경사지도록 정의된다. 일 실시형태에서, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (311A/311B) 의 각 열에 있는 각 포트의 센터라인과 플럼 벡터 (plumb vector) 사이의 각도는 약 45도에 이르기까지의 범위 내에 있다. 다른 실시형태에서, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (311 A/311B) 의 각 열에 있는 각 포트의 센터라인과 플럼 벡터 (plumb vector) 사이의 각도는 약 20도이다.

[0046] 각각의 제 1 및 제 2 하부측 모듈 (118A/118B) 은, 각각의 돌출된 커브 (307A/307B) 의 리딩 부분의 리딩 에지를 양분하도록 정의된 진공 포트들 (313A/313B) 의 각각의 열을 포함한다. 진공 포트 (313A/313B) 들의 각 열은 린싱 재료 및 공기의 다중 상 흡입을 제공하도록 정의된다. 하부 프로세싱 헤드 (118) 는 액체 유동 또는 진공 흡입 중 어느 하나로서 기판에 가해진 수압 힘 및 폼 팩터로 상부 프로세싱 헤드 (117) 를 미러링 (mirroring) 하도록 정의된다. 더 상세하게는, 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 린싱 메니스커스 영역들 (309A/309B) 은, 진공 포트들 (313A/313B 대 217A/217B) 의 구성과 깊이에서 작은 차이를 갖는, 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 린싱 메니스커스 영역들 (223A/223B) 과 본질적으로 같다.

[0047] 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 진공 포트들 (313A/313B) 의 각 열은 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1 열 내의 포트들에 비해 상이한 포트 크기 및 포트 피치를 가질 수도 있다. 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 진공 포트들 (313B/313B) 의 열들의 구성은 기판의 상부면으로부터 오염물 입자 제거에 현저하게 영향을 미치지 않는다는 것이 인식되야 한다. 일 실시형태에서, 하부 프로세싱 헤드 (118) 내 린싱 메니스커스 영역들 (309A/309B) 의 깊이는 상부 프로세싱 헤드 (117) 내 린싱 메니스커스 영역들 (223A/223B) 의 깊이 보다 커서, 린싱 재료 디스펜스 포트들 (311A/311B) 의 각각의 열로부터 배출된 린싱 재료에 의해 기판의 하부 상에 가해진 수압 힘을 감소시킨다.

[0048] 하부 프로세싱 헤드 (118) 을 동작시켜 상부 프로세싱 헤드 (117) 에 의해 기판에 가해진 수압 힘을 밸런싱 (balancing) 함으로써, 하부 프로세싱 헤드 (118) 은 안정한 세정 프로세스 성능을 촉진하게 한다. 또한, 기판 캐리어로서, 기판을 그 위에 갖는 기판 캐리어가 상부 및 하부 프로세싱 헤드 (117/118) 사이에 존재하지 않을 때, 하부 프로세싱 헤드 (118) 는 상부 프로세싱 헤드 (117) 와 함께 작동하여 유지되고, 한정되고 안정한 헤드-대-헤드 린싱 재료 메니스커스를 린싱 메니스커스 영역 (223A/309A 및 223B/309B) 내에 제공한다. 또한, 기판 캐리어로서, 기판을 그 위에 갖는 기판 캐리어가 상부 및 하부 프로세싱 헤드 (117/118) 사이에 존재하지 않을 때, 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 경사진 배출 채널들 (305A/305B) 은 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 세정 재료 디스펜스 포트들 (209A/209B) 의 열로부터 디스펜스된 세정 재료를 수용한다.

[0049] 도 4는 본 발명의 일 실시형태에 따른, 상부 프로세싱 헤드 (117) 가 기판 위에 배치되며 하부 프로세싱 헤드 (118) 가 상부 프로세싱 헤드 (117) 에 대향하는 기판 (102) 아래에 배치된 것을 도시한다. 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 제 1 상부측 모듈 (117A) 은 기판 (102) 에 세정 재료 (401A) 를 도포하고, 그 다음 기판 (102)

을 상부측 린싱 메니스커스 (403A) 에 노출시키도록 동작한다. 제 1 상부측 모듈 (117A) 은 기판 (102) 의 이동의 방향 (400) 에 반대되고 세정 재료 (401A) 를 향한 실질적으로 단일 방향 방식으로 상부측 린싱 메니스커스 (403A) 를 통해 린싱 재료를 유동시키도록 정의된다. 상부측 린싱 메니스커스 (403A) 를 통한 린싱 재료의 유량은 상부 린싱 메니스커스 (403A) 를 통한 세정 재료 누출을 방지하도록 설정된다. 제 1 상부측 모듈 (117A) 은 기판 (102) 상에 린싱 재료 (405) 의 균일한 박막을 남긴다.

[0050] 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 제 2 상부측 모듈 (117B) 은 기판 (102) 에 세정 재료 (401B) 를 도포하고, 그 다음 기판 (102) 을 상부측 린싱 메니스커스 (403B) 에 노출시키도록 동작한다. 제 2 상부측 모듈 (117B) 은 기판 (102) 의 이동의 방향 (400) 에 반대되고 세정 재료 (401B) 를 향한 실질적으로 단일 방향 방식으로 상부측 린싱 메니스커스 (403B) 를 통해 린싱 재료를 유동시키도록 동작한다. 상부측 린싱 메니스커스 (403B) 를 통한 린싱 재료의 유량은 상부측 린싱 메니스커스 (403B) 를 통한 세정 재료 누출을 방지하도록 설정된다. 제 2 상부측 모듈 (117B) 은 기판 (102) 상에 린싱 재료 (407) 의 균일한 박막을 남긴다.

[0051] 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 제 1 하부측 모듈 (118A) 는 상부측 린싱 메니스커스 (403A) 에 의해 기판 (102) 에 가해진 힘을 밸런싱하도록 기판 (102) 에 하부측 린싱 메니스커스 (409A) 를 적용하도록 동작한다. 제 1 하부측 모듈 (117B) 은 기판 (102) 의 이동의 방향 (400) 에 반대인 실질적으로 단일 방향 방식으로 하부측 린싱 메니스커스 (409A) 를 통해 린싱 재료를 유동시키도록 동작한다. 제 1 하부측 모듈 (117B) 은 기판 (102) 상에 린싱 재료 (411) 의 균일한 박막을 남긴다.

[0052] 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 제 2 하부측 모듈 (118B) 는 상부측 린싱 메니스커스 (403B) 에 의해 기판 (102) 에 가해진 힘을 밸런싱하도록 기판 (102) 에 하부측 린싱 메니스커스 (409B) 를 적용하도록 동작한다. 제 2 하부측 모듈 (118B) 은 기판 (102) 의 이동의 방향 (400) 에 반대인 실질적으로 단일 방향 방식으로 하부측 린싱 메니스커스 (409B) 를 통해 린싱 재료를 유동시키도록 동작한다. 제 2 하부측 모듈 (118B) 은 기판 (102) 상에 린싱 재료 (413) 의 균일한 박막을 남긴다.

[0053] 상부 및 하부 프로세싱 헤드 (117 및 118) 의 대향하는 배열에 기초하여, 기판 (102) 이 존재하지 않을 때, 세정 재료 디스펜스 포트 (209A/209B) 들의 각 열로부터 디스펜스된 세정 재료는 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 각각의 배출 채널 (305A/305B) 로 수집될 것임이 이해되야 한다. 따라서, 세정 재료의 커튼 (curtain) 은 상부 및 하부 프로세싱 헤드 (117/118) 사이 기판 (102) 의 진입 (entrance) 전에 생산될 수 있다.

[0054] 또한, 상부 및 하부 프로세싱 헤드 (117 및 118) 의 대향하는 배열에 기초하여, 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 진공 포트 (313A/313B) 들의 각각의 열은 흡입 힘으로 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 진공 포트들 (217A/217B) 의 제 1열들의 각각을 각기 보완하여서, 기판 (102) 이 상부 및 하부 프로세싱 헤드 (117/118) 사이에 존재하지 않을 때 상부 및 하부 프로세싱 헤드 (117/118) 양쪽 모두에 의해 디스펜스된 린싱 재료의 제거를 제공한다. 또한, 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 진공 포트들 (217A 및 217B) 의 제 1열 각각에 대한 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 진공 포트들 (313A 및 313B) 의 열들의 대향하는 배열은 기판 (102) 이 상부 또는 하부 프로세싱 헤드 (117/118) 중 어느 하나에 대하여 흡입되는 것을 방지한다.

[0055] 상부 프로세싱 헤드 (117) 의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 각각은 독립적으로 동작될 수 있다. 또한, 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (117A/117B) 의 진공 포트 (219A/219B) 들의 제 2 열들의 각각은 독립적으로 동작될 수 있다. 또한, 하부 프로세싱 헤드 (118) 의 제 1 및 제 2 상부측 모듈 (118A/118B) 각각은 독립적으로 동작될 수 있다. 전술한 사항은 다음 동작 모드들을 허용한다:

[0056] ● 모드 1: 제 1 상부측 모듈 (117A) 온 (on) 이며 진공 포트들 (219) 의 제 2 열 오프 (off), 제 2 상부측 모듈 (117B) 오프, 제 1 하부측 모듈 (118A) 온, 그리고 제 2 하부측 모듈 (118B) 오프.

[0057] ● 모드 2: 제 1 상부측 모듈 (117A) 온이며 진공 포트들 (219) 의 제 2 열 온, 제 2 상부측 모듈 (117B) 오프, 제 1 하부측 모듈 (118A) 온, 그리고 제 2 하부측 모듈 (118B) 오프.

[0058] ● 모드 3: 제 1 상부측 모듈 (117A) 온이며 진공 포트들 (219) 의 제 2 열 오프, 제 2 상부측 모듈 (117B) 온, 제 1 하부측 모듈 (118A) 온, 그리고 제 2 하부측 모듈 (118B) 온.

[0059] ● 모드 4: 제 1 상부측 모듈 (117A) 온이며 진공 포트들 (219) 의 제 2 열 온, 제 2 상부측 모듈 (117B) 온, 제 1 하부측 모듈 (118A) 온, 그리고 제 2 하부측 모듈 (118B) 온.

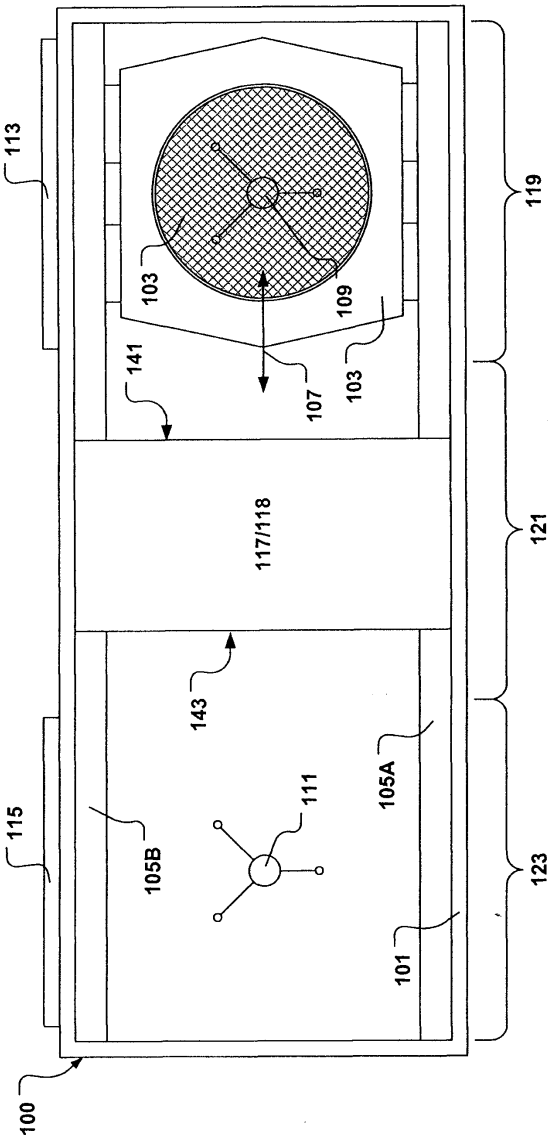
[0060] 여기에 개시된 상부 프로세싱 헤드 (117) 및 하부 프로세싱 헤드 (118) 세정 시스템은 세정 재료의 저 소비로, 더 높은 기판 스루풋에서 향상된 입자 제거 효율 (PRE) 을 제공한다. 세정 시스템은 각 린싱 메니스커스의

리딩 에지에서 최적화된 압력 분포를 제공하여 각 린싱 메니스커스에서 단일 측 진공 흡입을 가능하게 함으로써, 국부화된 흡입 힘을 증가시켜 린싱 메니스커스 함유물의 손실없이 PRE를 향상시킨다. 또한, 상부 측 린싱 메니스커스의 각각에서 리딩 에지 진공 포트들을 지난 세정 재료의 누출이 추가의 전체 유동 또는 흡입 힘을 요하지 않고서 리딩 에지 진공 포트들에서 유효 린스 및 흡입 힘들을 증가시킴으로써 감소된다.

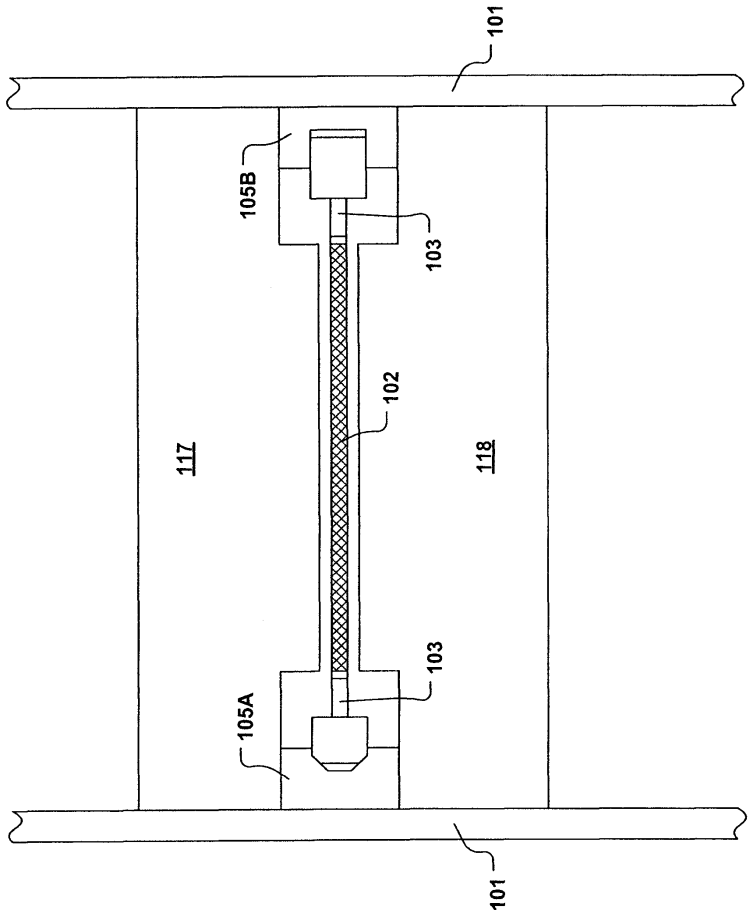
[0061] 본 발명은 몇몇 실시형태들에 관하여 설명되었지만, 당업자는 선행 명세서 및 도면을 연구할 때 그의 다양한 변경, 추가, 치환 및 균등물들을 실현하게 됨을 인식할 것이다. 따라서, 본 발명은 본 발명의 진정한 사상 및 범위에 속하는 모든 그러한 변경, 추가, 치환 및 균등물들을 포함하도록 의도된다.

도면

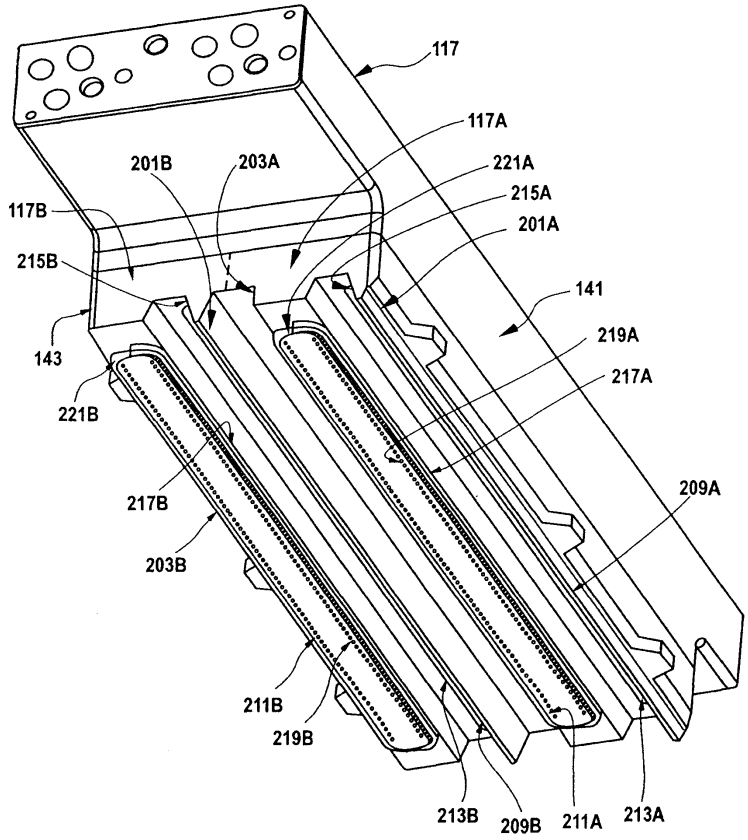
도면1a



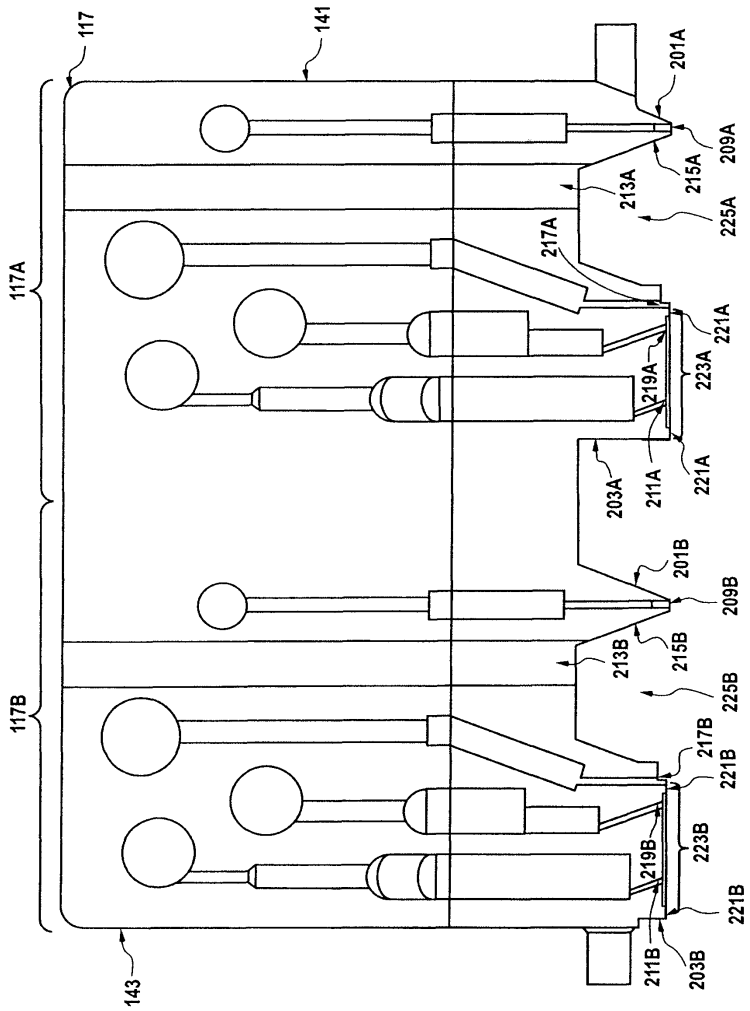
도면1b



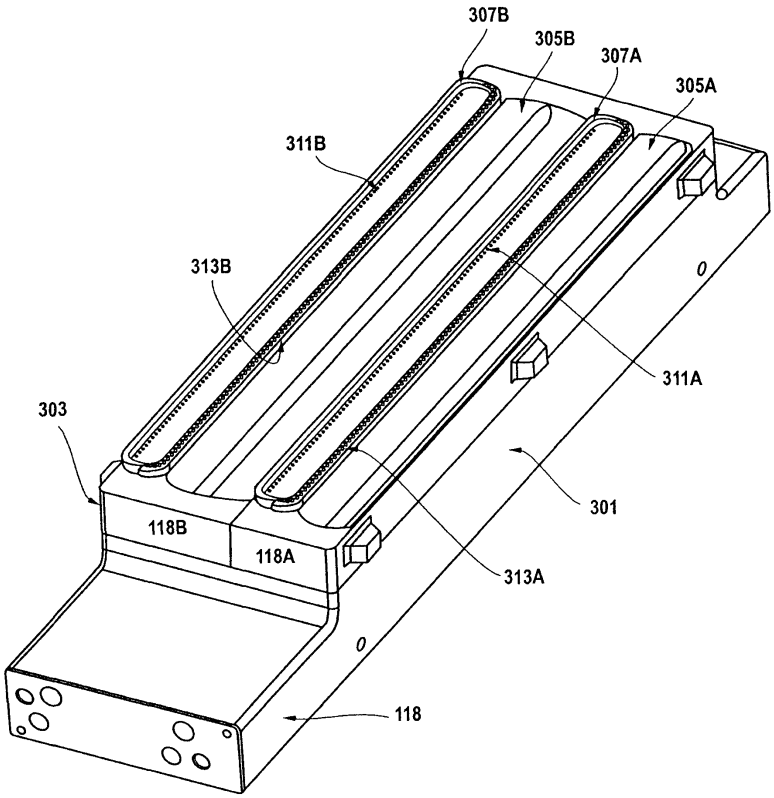
도면2a


117
117A
201B
203A
221A
215A
201A
117B
215B
141
219A
143
217A
221B
209A
217B
203B
211B
219B
213B
209B
211A
213A

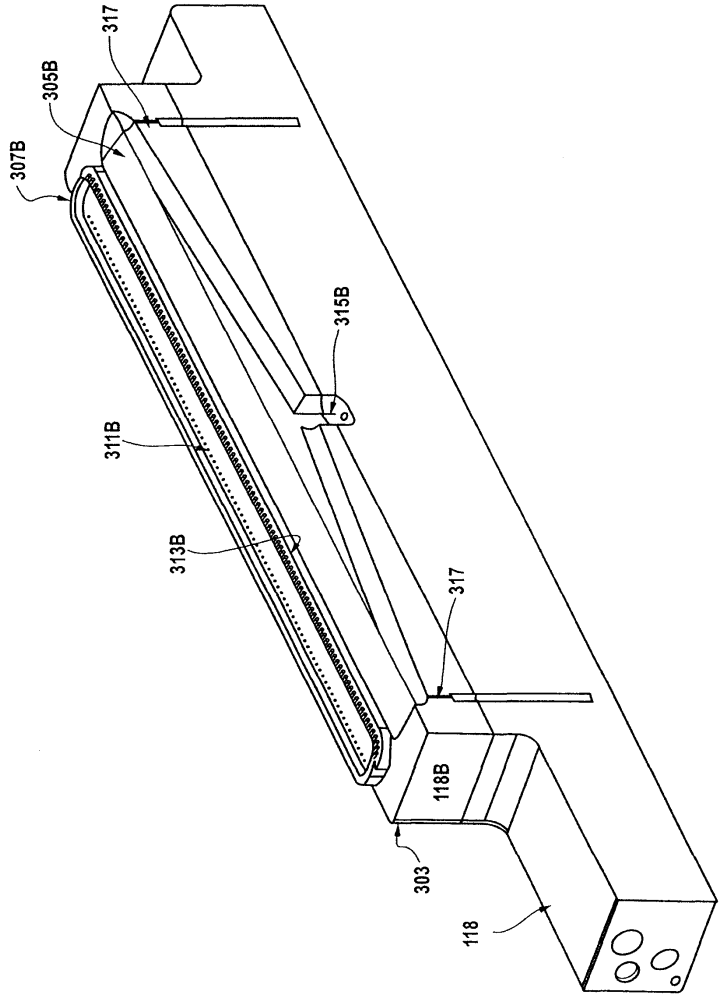
도면2b


117
141
201A
209A
215A
213A
225A
217A
221A
223A
219A
203A
211A
221A
117A
201B
209B
213B
215B
225B
217B
221B
223B
219B
221B
211B
203B
117B
143

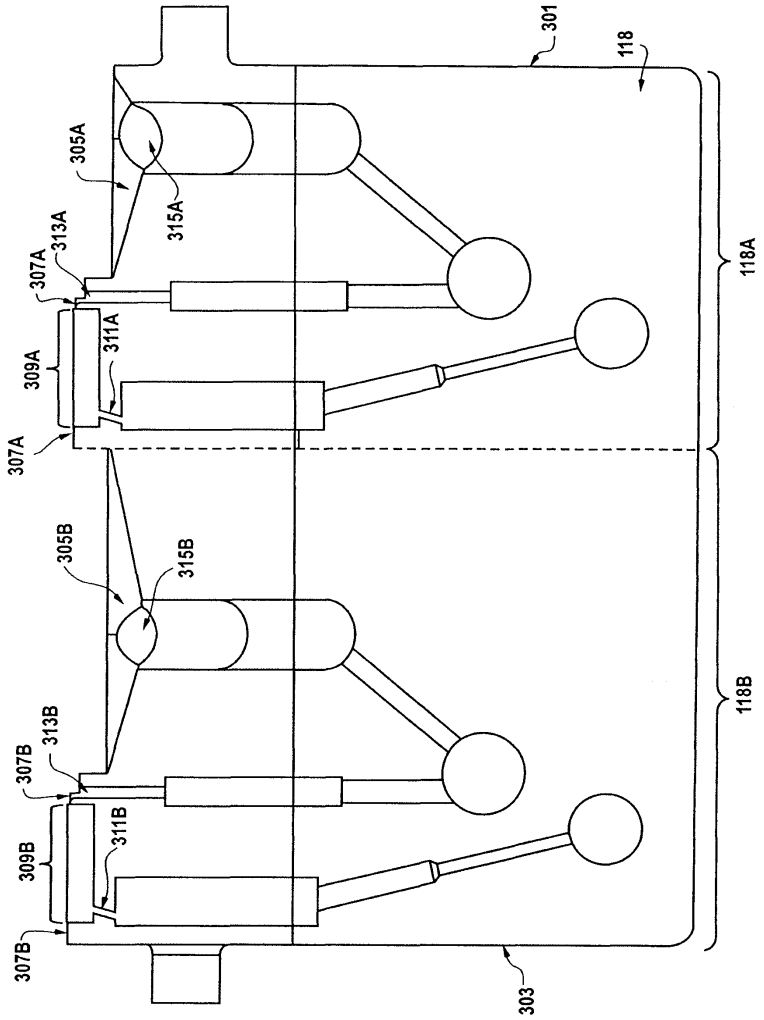
도면3a



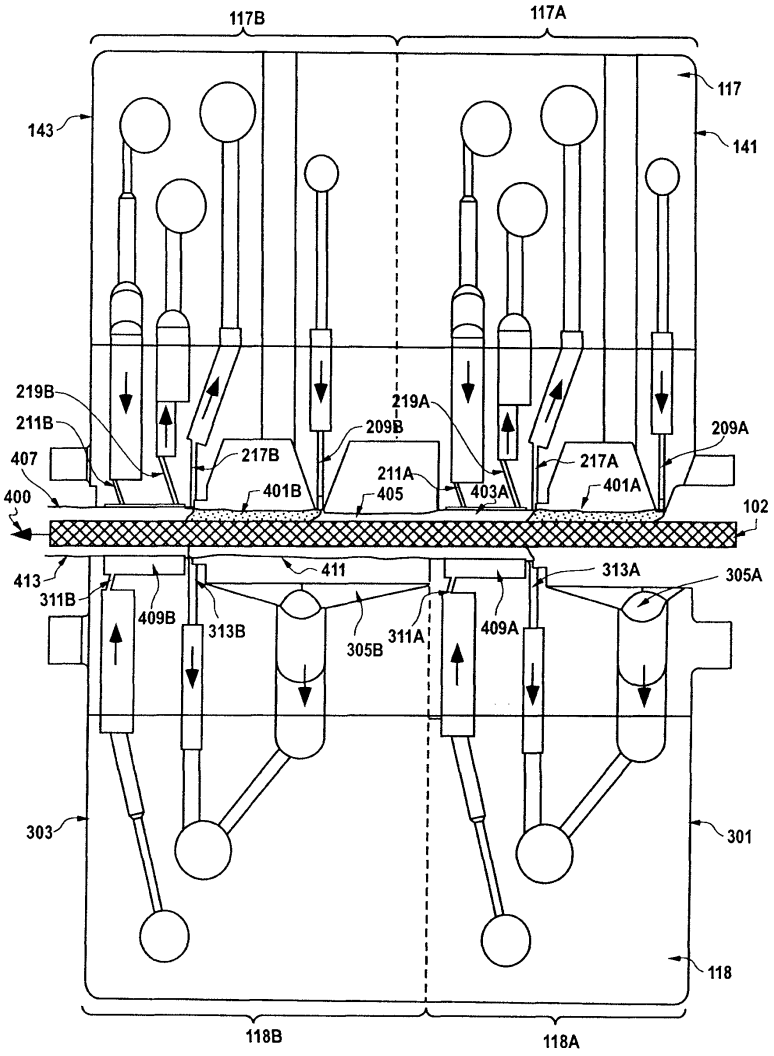
도면3b



도면3c


301
118
305A
315A
313A
307A
311A
309A
307A
118A
305B
315B
313B
307B
311B
309B
307B
118B
303

도면4


117B
117A
117
143
141
219B
211B
407
400
219A
209B
217B
401B
211A
405
403A
209A
217A
401A
102
413
311B
411
313A
305A
409B
313B
305B
311A
409A
303
301
118
118B
118A